

# 事故例から学ぶ安全教育

Safety Education to learn from examples of accidents

遠藤 忠利

Tadatoshi ENDO

「鶴見大学紀要」第48号 第4部

人文・社会・自然科学編（平成23年 3 月）別刷

# 事故例から学ぶ安全教育

## Safety Education to learn from examples of accidents

遠藤 忠利

Tadatoshi ENDO

研究や学生実習で実験を行うとき、あるいは薬品などを保管しているとき、事故のおこる可能性がある。科学実験中の事故は日常の生活の中で起こる事故と比べて、特殊な場合が多いので医療機関での対応が遅れる場合もある。また、後処理の知識が無ければ事後対応ができない場合もある。現在、基本的な実験法や安全教育のためのいろいろな書物が出版され<sup>1)</sup>、また、ホームページ上で公開されている事例<sup>2)</sup>もあるように、事故を未然に防ぐための安全教育が重要となってきた。その中で、事故例（事故原因、緊急対応、予防対策）を学習することは多くの知識を得ることになる。特に、写真などの画像データがあればその教育効果は高いものになる。大きな事故は滅多に起きないこと、緊急対応が先決となり写真を撮る余裕が無いこと、さらに怪我などの人間が関わる事故では、人権、個人情報保護などの問題があるので、火災後の現場写真などが一部公開される程度で、なかなか教育に用いる画像は入手できない。そこで、筆者は、軽微な事例の画像データを少しずつ収集し、歯学部1年生に自然科学演習Ⅱの中で、化学物質の管理と保管、廃棄物、基本的な実験操作といったテーマで利用してきた。ここでは、画像データがない場合も含め筆者が学生時代や教員生活の中で経験したことを用いて報告する。なお、ここでの安全管理、安全教育は医療分野については除くものとする。

### 1. 事故と被害

研究機関で起こる事故は、1) 薬品類などを保管管理中、2) 長時間、機械を作動中、3) 実験中に起こることが多い。その多くは実験中に起こり、人的被害も実験中の方が大きくなる。逆に、施設、環境への被害は保管管理中、機械の終夜作動中の方が大きくなる。夜間、休日などで人がいないときに起こった事故は小規模のうちに止められないからである。これらの結果起こる被害の種類は、人的被害としては、怪我、火傷、中毒（急性、慢性、アレルギー）、窒息、感電、放射線被曝、死亡等があり、施設環境への被害は、火災、爆

発、環境汚染（化学物質の漏れ、漏水等）等がある

### 2. 事故原因

事故原因としては、研究者自身に起因するものが多い。他が原因の事故でも、何も対策をしていないと責任を求められることがある。

#### ① 研究者自身に起因する事故

不注意、ミス、知識不足、経験不足といったことが原因による事故で、これらは、注意、学習さえすればかなり防げるものである。研究用器材は家庭用器材と異なり安全装置は付いていないことが多いので、ヒューマンエラーが重大事故につながることも多い。1992年8月に北海道大学で空調故障によって上がった部屋の温度を下げるため、液体窒素を撒いて窒息死した事故があるが、これは、研究者の知識不足が原因である。

#### ② 他が原因の事故

地震などの天災、停電、断水、他研究室からの火災、漏水などの研究者自身が予防、予測できない原因の事故で、避けられないものである。しかし、器具や装置の転倒防止、薬品類の分類、管理をして、そのような場合でも被害が少なくなるような対策をしておく、場合によっては機器の上に防水シートをしておく等の対応をすることで被害を軽減することができる。

#### ③ 犯罪

完全には防ぐことはできないが、薬品棚に鍵をつけて管理するなどの対策は必要である。特に、著名な毒物、爆薬の原料となりうる化学物質などの管理は厳重にする必要がある。

### 3. 対処法

事故は起こるものという意識を持って実験研究を行うことが基本である。1) 事故が起こることを想定して実験を行う。2) 事故が起きて最小被害ですむようにしておく。3) 器具、薬品の保管管理状態を把握しておく。4) 事故が起こったときの連絡体制を確立しておく。5) 人命第一、どうしようもないときはその場から逃げる。

#### 4. 事故例

いくつかの事故例をあげて、その原因対処法を示す。大きな事故は減多に起こらない。そこで、日常的によく起こる小さな事故（ともいえないものを含め）例を学習することで、大きな事故につながらないように考えた。ここでの事故例は筆者が経験したことである。

##### ①保管管理中の事故例

**事故例1** 塩化ベンゾイルの試薬ビンから試薬が漏れ、試薬ビンの口に安息香酸の結晶が付いた（図1）。

次の反応式によるものである。

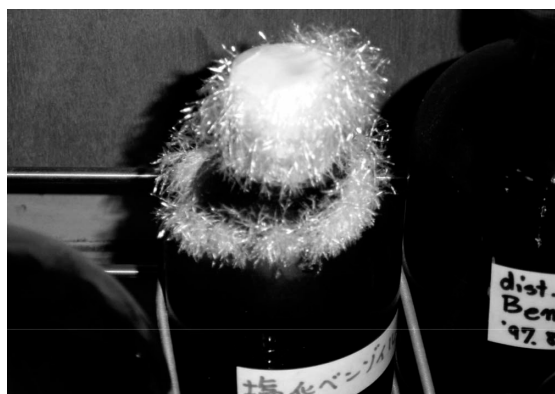
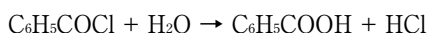


図1 安息香酸の結晶の付いた試薬ビン

原因：試薬ビンのフタから少しずつ漏れ出ていることによる。シールをしておいても完全に止めることはできない。

対策：アンプルに入れるなど完全に密封する。

注意：この場合は目で見てわかる状態であるが、少しずつ漏れ出した試薬、溶媒に知らないうちに身体が長期間暴露されていることがあるということを考えておかなければならない。

**事故例2** 水素化トリブチルスズのアンプルが冷蔵庫内で破裂し、庫内を汚染した（図2）。

多分次のような不均化反応によるアンプル内の圧力上昇と考えられる。



図2 破裂したアンプル

原因：試薬を長期間保存しておいたため分解が進んだものと思われる。

対策：古い試薬を廃棄する。被害が大きくならないように、缶などの容器に入れる。

注意：アンプルのような密閉容器に入れ、冷蔵庫で低温保存していても安心とは限らない。

**事故例3** アセトンを入れておいた洗ビンを握ったとたん割れてアセトンが流れ出た（図3）。



図3 割れた洗ビン

原因：アセトンによる容器の劣化

対策：アセトンを洗ビンに入れない。入れるときは、こまめにチェックして用いる。

注意：近くに火種があれば火災になりかねない。また、洗ビンは暖まると内容物が吹き出ることがあるので吹き出ても影響のないところに置く。水を入れた場合でも同様である。

**事故例4** 硝酸のビンのフタが腐食し割れていた（図4）。



図4 割れて盛り上がった硝酸の試薬ビンのフタ

原因：長年の保管によるフタの腐食劣化

対策：こまめにチェックする。

注意：このような場合、地震等で転倒すると大きな被害になる。硝酸のような酸化剤と木製棚のような燃料が混ざり、点火源があれば発火する恐れがある。

**事故例5** 大型の三角フラスコを用いてジメチルスルホキシドに乾燥剤としてモレキュラーシーブズを入れ一晩放置した。翌日、三角フラスコが割れていて、床にジメチルスルホキシドが流れ出た。

原因：ジメチルスルホキシドの凍結（融点18.6℃）に

よる体積膨張が原因の三角フラスコの破損。

対策：割れないような丈夫な容器を用いる。割れても流出しないように下に受け器をおく。

注意：有機化合物は凍結すると体積膨張が大きい物質が多い。冬期には夜間凍結し、暖房をつけると液化して流出するので注意が必要である。

**事故例6** アンモニアポンペを開けたら、閉められなくなりアンモニアが流出した。

原因：ポンペの減圧弁の腐食。

対策：長期に使用していないポンペ（特に腐食性ガスのポンペ）は処分するか、安全を考えて対処する。

注意：筆者が学生のときの経験で、助手の先生がポンペを窓の外に出して処理した。一人で実験を行っていた場合は対応できない可能性がある。

## ②長時間機械を作動させているときの事故例

**事故例7** 乾燥機が過熱して煙を噴いた（図5）。



図5 扉の隙間から煙を噴いている乾燥機

原因：温度調節器の故障による過熱。

対策：こまめにチェックする。終夜運転を極力回避する。

注意：乾燥機などは廊下においてあることもあるが、このような場合、事故を見つけても、管理している研究室以外の人ではどのような対応をしてよいか判断できない場合がある。

**事故例8** 階上の研究室で夜間水漏れ事故を起こし、天井から大量の漏水があった（図6）。

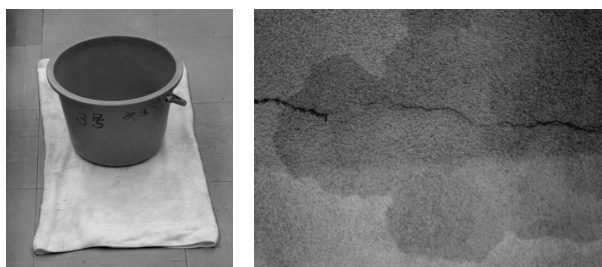


図6 床に置いてある水受けのバケツと天井のシミ。後処理をした後の写真なのであまり被害がないように見える。

原因：機械の給水部分の破損。

対策：こまめにチェックする。

注意：筆者は学生時代から数回の水漏れ事故を経験しているが、夜間に起こると大量の水が流出してしまう。床においてある書物、機械はかなりの被害を受ける。特に禁水物質の管理は重要で、二次被害を生じないように管理する必要がある。

**事故例9** 蒸留水製造装置を長時間作動させたら配電盤の裏が焦げた。

原因：大量に電力を使う器具の長期使用。

対策：長期使用は避ける。

注意：加熱部分が木材に長期にわたって接すると炭化する恐れがあり、突如として火災が発生する場合がある。

## ③実験中の事故例

実験中の事故では緊急対応の方が優先されるので画像データを得ることは特に難しい。

**事故例10** NMRの超伝導磁石に液体窒素を入れているとき、クライオジェットポンプのゴム管がバラバラに割れ液体窒素が飛び散った。

原因：ゴム管の凍結、解凍を繰り返したことによる傷、劣化。

対策：割れたときにデューバーピンの圧力を解放するなどの緊急対応を行う。

注意：いつ割れるかわからないので、割れることもあるという心構えが必要。

**事故例11** ドライアイス-エタノール浴（-78℃）に軍手をはめた手を浸けてしまった。

原因：筆者の不注意。

対策：注意して行う。

注意：すぐに軍手を外して白くなった指を口に入れて暖めた。臨機応変の対応が必要となる場合がある。

**事故例12** アセトアルデヒドの容器を移し替えるときに呼吸困難を起こした。

原因：アセトアルデヒドの吸引。

対策：ドラフト等の局所排気装置の中で扱う。

注意：アセトアルデヒドは沸点21℃の液体である。空気より1.5倍重い気体となるので、ドラフト外部で扱うときは、顔より低い場所で作業をするなど考慮が必要である。少量の吸引であったのですがすぐに回復したが、大量に気化、吸引した場合は危険であると体感した。

**事故例13** アセトンを過マンガン酸カリウムで不純物を酸化除去しながら精製、蒸留中に突沸が起こり、分溜塔、冷却管、温度計といったガラス器具が吹っ飛び落下破損した。

原因：大量に生成した二酸化マンガンにより、沸石が働かなくなった。

## 事故例から学ぶ安全教育

対策：沈殿物がある場合は濾過してから蒸留する。

注意：突沸はガラス器具が飛び散るだけでなく、蒸留する有機溶媒も飛び散る。従って、周囲に火種があると火災を起こす。

**事故例14** 硝酸を20L程度入れたガラスビンを落とし、割って足にかけてしまった。

原因：不注意。

対策：大量使用を避け、ミスをしないようにする。

注意：この事故例は学生時代に筆者の友人が起こした事故である。彼の話では薬品による火傷は、最初にかかった病院ではどのように緊急対応してよいかわからず、別な対応できる病院に移されたとのことである。化学薬品の種類によっては処置まで時間がかかってしまうことも考えられる。

**事故例15** パラジウム炭素触媒を用いて化合物への水素付加を行う実験で、系内に水素を導入したとたん、パラジウム炭素触媒が赤熱し溶媒（エタノール）に火がついた。

原因：空気中で、乾燥している触媒に水素を加えてしまった。

対策：不活性気体でいったん置換し、触媒を溶媒で濡らした状態で水素を導入し反応を行う。

注意：筆者が学生時代に経験し、助手の先生が火のついたフラスコにフタをして火を消し、筆者が水素のガスラインを止め、大事に至らなかった。なお、活性な触媒、乾燥剤は液体に加えただけ、あるいは反応終了後、濾過をしただけでも発火する恐れがある。

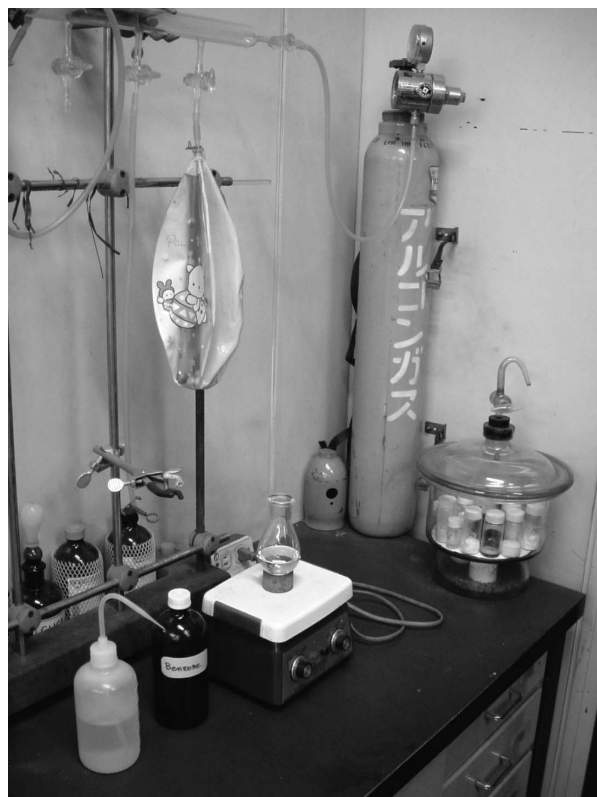
## 5. まとめ

対処法や、事故例の対策の中で述べたことを行っても事故は起こる。最後は、実験中、保管中に普段と違う状況が現れていることをいち早く認識できるかが身を守ることになる。実験中にフラスコの中から煙が出てきたので、一瞬のうちに身を隠して爆発を逃れたという話を研究室の先輩から聞いたこともある。また、大きな事故は普段の小さな事故を見過ごしていた結果起こる場合が多い。つまり、小さな事故（ともいえないもの）を把握することは重要になる。そこで、各研究室で事故（ともいえないものを含め）が起こったときの写真を撮っておくことをお勧めしたい。その画像を用いて安全教育を行うことで事故を減らせる可能性が有るからである。

## 6. おわりに

学生には安全教育の中で次のようなクイズを提示し、安全について考えてもらっている。

問 次の写真を見て、どこにどのような危険があるか、どのような対処をしたらよいか示しなさい。



解答

- 1) アルゴンガスボンベが固定されていない。
- 2) 反応容器（ナス型フラスコ）にフタをしていない。
- 3) 反応容器（ナス型フラスコ）をクランプで固定していない。
- 4) 実験台上の試薬ビン（ベンゼン）にプロテクトネットをしていない。

## 引用文献

- 1) 化学同人編集部編、「実験を安全に行うために」、「続実験を安全に行うために」、化学同人。  
日本化学会編、「化学実験の安全指針」、丸善。  
鈴木仁美、「有機化学実験の事故・危険」、丸善。  
その他多くの出版物がある。
- 2) 鳥取大学技術部HP、臼井 瑩、「化学系実験中の事故事例集と安全指針の作成」、2002。

## 事故例から学ぶ安全教育

Safety Education to learn from examples of accidents  
歯学部准教授 遠藤忠利